

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

cited in the European Search  
Report of EP 01930090.4  
Your Ref.: NSC-11897-EP

PUBLICATION NUMBER : 05007997  
PUBLICATION DATE : 19-01-93

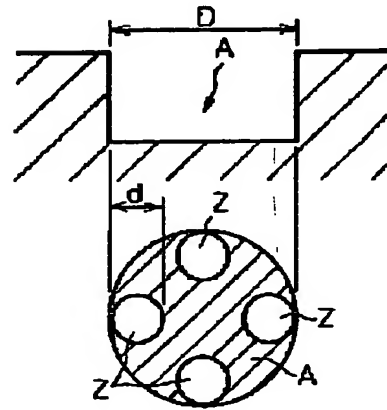
APPLICATION DATE : 02-07-91  
APPLICATION NUMBER : 03161796

APPLICANT : NIPPON STEEL CORP;

INVENTOR : MIZUCHI ISAO;

INT.CL. : B22D 11/06 B23K 15/08 B23K 26/00  
B24C 1/04

TITLE : METHOD FOR CONTINUOUSLY  
CASTING THIN CAST SLAB



ABSTRACT : PURPOSE: To continuously and efficiently execute casting in a shifting mold type continuous casting machine for long time.

CONSTITUTION: After casting with a cooling drum forming dent parts A in periodic distributing condition, on the surface where these dent parts A are worn, shot blast Z is further applied to form the dent parts having  $\geq 50\mu$  average depth and  $\geq 20\%$  average area ratio. By this method, a cast slab without any surface fine crack and uneven luster, can be easily and efficiently produced.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-7997

(43) 公開日 平成5年(1993)1月19日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 D 11/06		8823-4 E		
B 2 3 K 15/08		7920-4 E		
26/00		E 7920-4 E		
B 2 4 C 1/04		Z 7411-3 C		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平3-161796

(22) 出願日 平成3年(1991)7月2日

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 新井 貴士

山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵

株式会社光製鐵所内

(72) 発明者 松原 安夫

山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵

株式会社光製鐵所内

(72) 発明者 岡 秀毅

山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵

株式会社光製鐵所内

(74) 代理人 弁理士 青木 朗 (外4名)

最終頁に続く

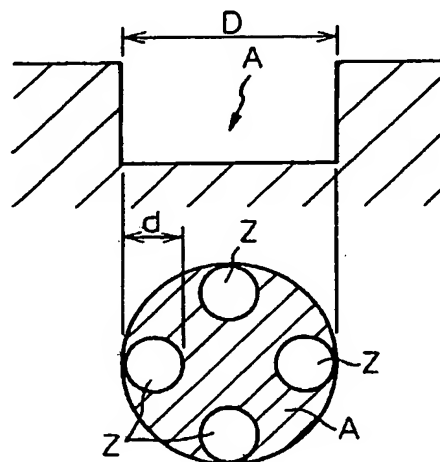
(54) 【発明の名称】 薄肉鋳片の連続製造方法

(57) 【要約】

【目的】 移動鋳型式連続鋳造機の鋳造を連続して長期間、かつ効率良く行うことを目的とする。

【構成】 周期的分布状態で窪みを形成した冷却ドラムで鋳造したあと、この窪みが摩滅した表面に更にショットブラストを施して平均深さ50 $\mu$ 以上、平均面積率20%以上の窪みを形成する。

【効果】 表面微細割れや光沢むらのない鋳片を容易に効率良く製造することができる。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 その表面に直径0.1～1.2mm、平均深さ50μm以上、面積率20%以上の円形又は長円状の開口を有する初期の窪みを形成した冷却ドラムを有する連続鋳造機により薄肉鋳片を連続鋳造し、前記初期の窪みの平均深さが30μm以下になる前に、前記冷却ドラムの表面にショットブラストを施して前記初期の窪みの平均深さを50μm以上に形成した後、鋳造を再開することを特徴とする薄肉鋳片の連続鋳造方法。

【請求項2】 前記冷却ドラム表面にショットブラストを施すに際し、1回の投射幅の1/3以上を重ね合わせながら順次投射を行う請求項1記載の方法。

【請求項3】 前記冷却ドラム表面に初期の窪みを形成する表面加工がフォトリソグラフィ法、電子ビーム加工法又はレーザー加工法のいずれかの方法で行われる請求項1記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は移動鋳型たとえば内部に水冷機構を備えた一對の冷却ドラムを使用するツインドラム方式、1本の冷却ドラムを使用する単ドラム方式、あるいは冷却ドラムとベルトとの間に湯溜り部を形成するドラム-ベルト方式等の鋳造装置により薄肉鋳片を鋳造する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、金属の連続鋳造分野において、鋳造コストの低減、新材質の創出等を目的として、最終製品形状に近い板厚(2～10mm厚み)の薄肉鋳片を内部に冷却機構を設けた冷却ドラムを用いた連続鋳造装置により鋳造する技術が種々提案されている。

【0003】かかる鋳造技術においては、鋳片の表面性状を安定して高水準に維持することが重要な課題であり、このため、凝固シェルの均一生成を達成する手段として、たとえば冷却ドラムと凝固シェルとの間に断熱層となるエアギャップを形成するように、冷却ドラム周囲に多数の窪みを設ける技術が特開昭60-184449号公報に開示されている。

【0004】また、かかる技術を改良したものとして、窪みの深さ、直径、離間距離、窪みのモチーフなどを特定した技術が特開昭64-83342号公報に開示されている。また、窪みの加工手段として、ショットブラスト、電解法、放電加工法、電子ビーム加工法などの手段が特開昭62-254953号公報に開示されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】移動鋳型式連続鋳造機

を用いて好ましい薄肉鋳片を継続して得るためには、該鋳型としての冷却ドラム外周面の清浄化及び外周表面に施されている窪みの形状の維持(規定された深さ、径、および面積率の維持)が必要である。溶湯と接する冷却ドラム外周面では凝固シェルの生成離脱が繰り返され、初期の好ましい窪みが摩滅する。また、冷却ドラム外周面を清浄に保つために用いられるドラム表面のブラッシングでもその毛先のかき取りによって窪みの摩滅が生じる。

【0006】かかる摩滅の影響を減らすため、初期の窪みの深さを必要以上に大きくすると、窪みの底部に酸化物等の異物が堆積し、ドラムを洗浄しても除去できず、窪みの効果が低下するだけでなく、ドラムの熱流束が低下するといった問題が生ずる。従って、窪み深さを必要以上に大きくせずにかかる摩滅が進行すると、窪みの再加工が必要となるが、前述の従来技術ではいずれもこのような冷却ドラムの窪み再加工の示唆はない。

【0007】本発明は薄肉鋳片の連続鋳造に際し、特に冷却ドラムの表面再加工において、従来技術のかかる問題を解決するものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明はその表面に直径0.1～1.2mm、平均深さ50μm以上、面積率20%以上の円形又は長円状の開口を有する初期の窪みを形成した冷却ドラムを有する連続鋳造機により薄肉鋳片を連続鋳造し、前記初期の窪みの平均深さが30μm以下になる前に、前記冷却ドラムの表面にショットブラストを施して前記初期の窪みの平均深さを50μm以上に形成させた後、鋳造を再開することを要旨とするもので、これにより、極めて容易に健全な鋳片を得ることができる。

【0009】本発明において、初期の窪みとは、窪みが形成されていない平滑な冷却ドラムの表面に形成された窪みである。初期の窪みは直径が0.1～1.2mm、平均深さが30μm以上、面積率が20%以上であり、各数値のうち1つ以上が外れた冷却ドラムを用いて鋳造すると、鋳片表面に割れが発生する。したがって、冷却ドラムの表面にショットブラストを施すときの窪みの平均深さは30μm以上であることが必要である。また初期の窪みの、平均深さは鋳造によって減少するため、減少度を考慮して50μmとした。

【0010】本発明における初期の窪みの面積率とは、下記(1)式によって定義される。

## 【0011】

## 【数1】

$$\text{面積率} = \frac{\text{各初期の窪みの合計面積}}{\text{冷却ドラムの周面積}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{S} = \frac{\sum_{i=1}^n \left\{ \pi \cdot \left( \frac{d_i}{2} \right)^2 \right\}}{S} \quad \dots (1)$$

3

【0012】ただし

S ; 冷却ドラムの周面積

S1 ; 初期の窪み1の周縁で囲まれた面積

d1 ; 初期の窪み1の直径 (長円状の窪みは長径と短径の平均値)

本発明における隣り合う初期の窪みの最接近距離Lは0.1~2mmが、また長円状の初期の窪みの短径と長径の比は0.6以上が、ともに鋳片表面割れ防止のうえで好ましい。

【0013】本発明において上記ショットブラストを施して上記冷却ドラム表面に所要の窪みを形成させるとき、1回の投射幅より広い面積を加工する場合には1回の投射幅の1/3以上を重ね合わせながら順次加工を施す。このように補修した窪み (以下、補修窪みという) を形成した冷却ドラムにより鋳片を鋳造すると鋳片の表面微細割れおよび光沢むらを防止することができる。 \*

$$P \propto \frac{\pi (D-d) / 2)^2}{\pi (D/2)^2} = (1-d/D)^2 \quad \dots (2)$$

D ; 窪み径 (長円状の場合は長径と短径の平均値) (mm)

d ; ショット径 (mm)

図2はショットが窪みAに衝突する確率Pと窪み径Dとショット径dの比d/Dとの関係を示す。図2からd/Dが0.5を超えると確率Pが著しく低下する。またショット径dが0.15mm未満では、ショットの運動エネルギーが小さく、有効な窪みが得にくい。したがってショット径dは(3)式を満足することが好ましい。

【0017】  $0.15\text{mm} \leq d \leq 0.5 \times D \quad \dots (3)$ 

【0018】

【作用】本発明者は冷却ドラム表面の窪みと鋳片表面割れの関係を種々検討したところ、その表面に初期の窪みを設けた冷却ドラムを用いて所定量鋳造すると、該窪みは摩滅するが、かゝる表面にショットブラストをランダムに投射すると残存した窪みの影響によって必要とする深さの窪みを形成することができることを見出した。

図3は窪みAの断面形状を示し、(A)は初期の窪み、

(B)は鋳造に使用し摩滅した窪み、(C)は(B)にショットブラストを施した後の補修窪みである。図4の

(A)~(C)に示すように、ショットブラストを施すと、ショットZによる窪みaの周縁部に突出部tが形成される。したがって図3(C)においてショットによる窪みaおよび突出部tが形成される。窪みAに形成されたショットによる窪みaによって窪みAの容積が大きくなり、この分だけ溶鋼表面と窪みAの底面の間に形成されるエアギャップ量が大きくなる。また平面域Sに形成されたショットによる窪みaによっても前記エアギャップが形成される。これらエアギャップによる鋳片の緩冷却作用によって、鋳片の表面割れが防止されるので、窪み深さは図3(B)のL1から図3(C)のL2に実質的に増大したことになる。図3(C)に示すよう

4

\*【0014】上記鋳造によって初期の窪みが摩滅した後は、再度ショットブラストを施して鋳造することができる。このようにして、複数回ショットブラストを施して鋳造した後、冷却ドラム表面に初期の窪みを形成する。なお、冷却ドラム表面に初期の窪みを形成するにはフォトリソグラフィ法、電子ビーム加工法、レーザ加工法等およびこれらとショットブラスト加工の組合せが使用される。

【0015】窪みを形成した冷却ドラムの表面に、ショットブラストを施すことによって、該窪みの深さを大きくするためには、投射したショットが窪みの底面に高い確率で衝突する必要がある。図1に示すショットZが斜線で囲まれた窪みAの円内に投射される確率Pは、窪み径(D)とショット径(d)の比によって決まり、(2)式によって定義される。

【0016】

な補修窪みを設けた冷却ドラムを用いて鋳造した結果、鋳片表面の割れを防止することができることを確認した。

【0019】この結果を図5に示す。図5は次の条件によって得られたものである。まず、冷却ドラム幅：800mm、径：1200mm、表面：Niメッキの双ドラム式連続鋳造機を用い、鋼種：SUS304の溶湯を急冷凝固して鋳造速度：80m/minで引抜き、鋳造厚み2.3mmの鋳片を得た。上記冷却ドラム表面にはフォトリソグラフィによって平均深さ50~100μm、径0.1~1.2mm平均面積率20~60%の初期の窪みが形成されている。

【0020】上記鋳造を繰り返した後、上記窪みの平均深さは29μmとなり、窪みの効果が減少して鋳片表面に割れが発生した。そこで、上記の冷却ドラム表面に次の条件によりショットブラストを施した。すなわち、空圧投射式ブラスターを用い、鋼球ショット (径0.15~0.6mmのマルテンサイト) を、投射空圧：4~7kg/cm<sup>2</sup>、1回の投射幅20mmによって、窪みの深さと面積率を図5に示すように変化させて補修窪みを形成した。

【0021】以上のようにして表面を再加工した冷却ドラムにより更に上記と同様な鋳造条件で鋳片を製造し、得られた鋳片の表面割れ発生量を調査した。図5に示すように割れ発生なしの領域は、平均深さ30μm以上、平均面積率20%以上の補修窪みを形成したときであることがわかった。

【0022】

【実施例】まず、本発明で用いる連続鋳造機について図6で説明すると、該連続鋳造機は冷却ドラム1、1を平行にかつ逆方向に回転するように配置し、該冷却ドラム1、1の両端面にサイド堰2、2を設けて湯溜り部4を構成し、該湯溜り部内の溶湯5を冷却ドラム1、1の回

転によって冷却しつゝ薄銅片Sを鋳造するようになっている。また、サイド堰2、2は冷却ドラム1、1の両端面に押付けられ、冷却ドラムの回転による摩耗によってシール状態を維持して湯漏れを防止している。Aは初期の窪みである。この窪みAはフォトレジシング又はショットプラストにより表1の窪み形状に形成されている。

【0023】かかる装置で鋳造を開始し、前述の鋳造条件に基づき継続して鋳造した。表1中の試験No. 1-1、1-2、2-1、4-1、5-1がそれである。更に、その後、摩滅した初期の窪みを有する冷却ドラム表面に投射幅20mmのショットプラストをオンラインで施

し、表1に示す補修窪みを形成して鋳造を再開した。表1中の試験No. 1-3、1-4、2-2、3-2、4-2、4-3、4-4、4-5がそれである。試験No. 1-5は、試験No. 1-4の冷却ロールに、再度ショットプラストを施して窪みを補修した後の鋳造結果を示す。一例として図7に試験No. 2-1、2-2の冷却ドラムの表面断面形状を示す。(a)は初期の窪み(ショットプラスト施行前)(2-1)、(b)は補修窪み(ショットプラスト施行後)(2-2)である。

【0024】

【表1】

試験 No.	窪みの形成方法	投射幅 量(mm)	窪み形状 深さ (μm)	窪み発生 量 (mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	備 考	区 分
1-1	7+127A	—*	60	無		比較例
1-2	7+127A	—*	30*	5~10	窪み摩滅による深さ不足	"
1-3	7+127A + ショット	10	70	無	ショットプラストにより深さ確保	本発明例
1-4	7+127A + ショット	10	30*	5~10	窪み摩滅による深さ不足	比較例
1-5	7+127A + ショット + ショット	10	70	無	再ショットにより深さ確保	本発明例
2-1	7+127B	—*	40*	0~1	窪み深さ僅かに不足	比較例
2-2	7+127B + ショット	10	50	無	ショットプラストにより深さ確保	本発明例
3-2	7+127C + ショット	10	75	無	ショットプラストにより面積率を確保	本発明例
4-1	7+127D	—*	30*	10~15	窪み深さ、不足	比較例
4-2	7+127D + ショット	10	70	無	ショットプラストにより、深さ確保	本発明例
4-3	7+127D + ショット	7	70	無	同 上	"
4-4	7+127D + ショット	5*	70	0~1	ショット窪み部分に光沢が、僅かに割れ発生。(重なり量不足)	比較例
4-5	7+127D + ショット	3*	70	1~3	ショット窪み部分に光沢が、割れ発生。(重なり量不足)	"
5-1	ショットA	10	70	無	光沢が 発生。(窪み径過大)	"

(注) 備考欄の( )内は不良原因を示す。

\* 本願特許請求の範囲から外れているもの

【0025】このようにして得られた鋳片表面の微細割れ発生の有無、光沢むらの有無等を観察した。その結果を表1に示す。表1に示す通り、本発明法で鋳造した鋳片表面には微細割れがなく、又光沢むらの不良もなかった。すなわち、鋳造に伴い、初期の窪みの深さが不足し、鋳片表面に割れが発生しても（試験No. 1-2, 2-1, 4-1）、これにショットブラストを施して窪みの深さを深くすることにより（試験No. 1-3, 2-2, 3-2, 4-2, 4-3;  $50\mu\text{m}$  以上深くする）割れの発生をなくすことができた。

【0026】また、鋳造に伴い補修窪みの深さが割れの発生しない領域を確保できなかった場合（試験No. 1-4）でも、再度ショットブラストを施すことにより深さを大にして微細割れをなくすことができた（試験No. 1-5）。また、ショットブラストにおける投射幅を少なくとも1回の投射幅の $1/3$ 以上重ねることにより濃淡縞を発生させず、光沢むら及び割れを皆無にすることができた（試験No. 4-2, 4-3）。試験No. 4-4, 4-5は重なり量が不足のためショットによる窪みのむらによって光沢むらが生じ、その部分に僅かな割れが発生した。

【0027】試験No. 5-1はショットブラストのみによる場合であるが、窪み深さを必要深さにするには（ショット径を大きくしなければならず、またショットによる窪みが重なって、初期の窪み径が過大になり、これにより光沢むらが発生した。従って、この場合において十分な窪み深さと光沢むら発生防止を両立せしめることは困難であった。

【0028】

【発明の効果】以上述べた如く、本発明によれば、オン

10

ム表面の窪みを割れの発生しない領域の深さ及び面積率に形成することができるので再加工の工期及び費用の削減などが可能となり、その工業的效果は大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】窪みの底面へのショットの投射状況を示す。

【図2】ショットが窪み底面に衝突する確率を示す。

【図3】本発明方法によって窪み深さが増す状況を示す。

【図4】ショットブラストを施すことによって冷却ドラム表面が変形する状況を示す。

【図5】本発明方法によって得られた、窪み深さ及び窪み面積率と鋳片表面の割れ発生量との関係を示す。

【図6】本発明を実施する双ドラム式連続鋳造機の斜視図である。

【図7】冷却ドラム表面の断面拡大図であり、(a)は本発明実施前、(b)は本発明実施後のドラム表面状況を示す。

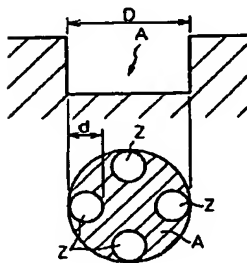
【符号の説明】

- 1…冷却ドラム
- 2…サイド堰
- 3…溶湯吐出ノズル
- 4…湯溜り部
- 5…溶湯
- A…窪み
- D…窪み径
- S…薄鋳片
- a…ショットによる窪み
- d…ショットによる窪み径
- t…ショットによる突出部
- z…ショット

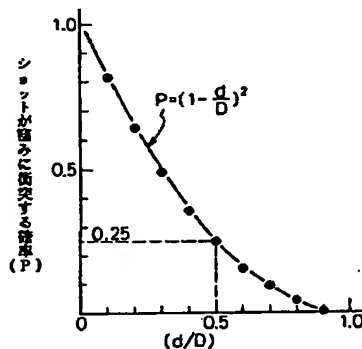
20

30

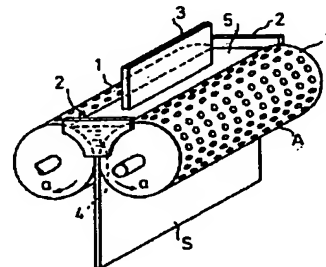
【図1】



【図2】



【図6】

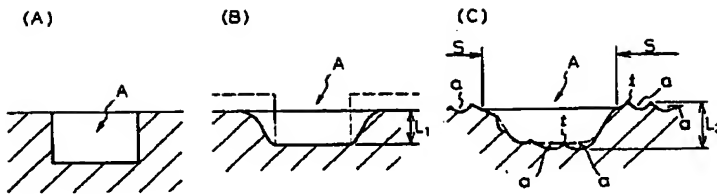


- 1…冷却ドラム
- 2…サイド堰
- 3…溶湯吐出ノズル
- 4…湯溜り部
- 5…溶湯
- S…薄板
- A…窪み

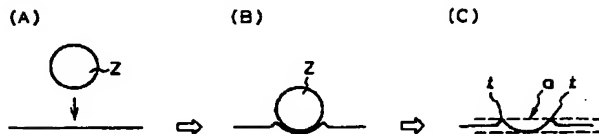
(6)

特開平5-7997

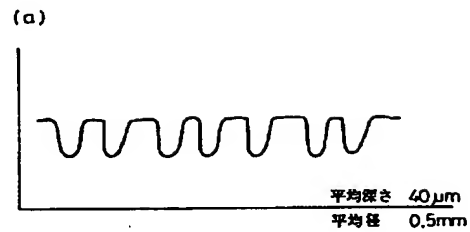
【図3】



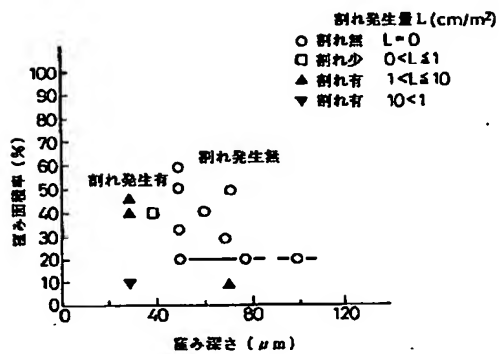
【図4】



【図7】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 下村 健介  
山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵  
株式会社光製鐵所内

(72)発明者 水地 功  
山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵  
株式会社光製鐵所内